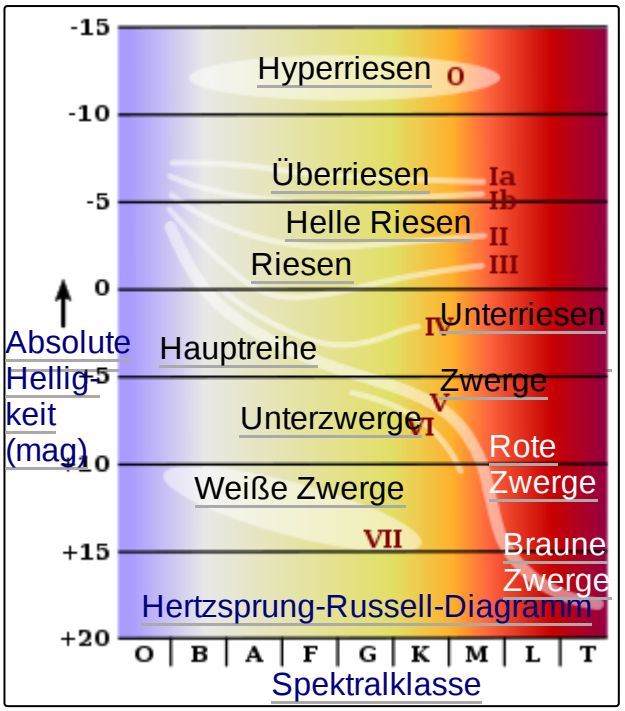
Spektralklasse

Die **Spektralklasse**, auch **Spektraltyp** genannt, ist in der Astronomie eine Klassifizierung der Sterne nach dem Aussehen ihres Lichtspektrums.

Dabei beruht das System auf der Entdeckung von Joseph von Fraunhofer im Jahr 1813, der im Sonnenspektrum dunkle Absorptionslinien fand. Robert Wilhelm Bunsen und Gustav Robert Kirchhoff entdeckten 1859, dass diese Linien von der Lage her identisch mit Emissionslinien sind, die von bestimmten chemischen Elementen abgegeben werden.

Der Schluss lag nahe, dass diese Elemente in der Sonne vorhanden sein mussten. Die Spektralanalyse war begründet. Neben der Analyse von Materialien auf der Erde ließen sich so auch die Sternspektren analysieren.



Inhaltsverzeichnis

Prinzip

Einteilung

Merksätze

Klassen außerhalb der Standard-Sequenzen

Prä- und Suffixe

Suffixe

Präfixe

Literatur

Weblinks

Einzelnachweise

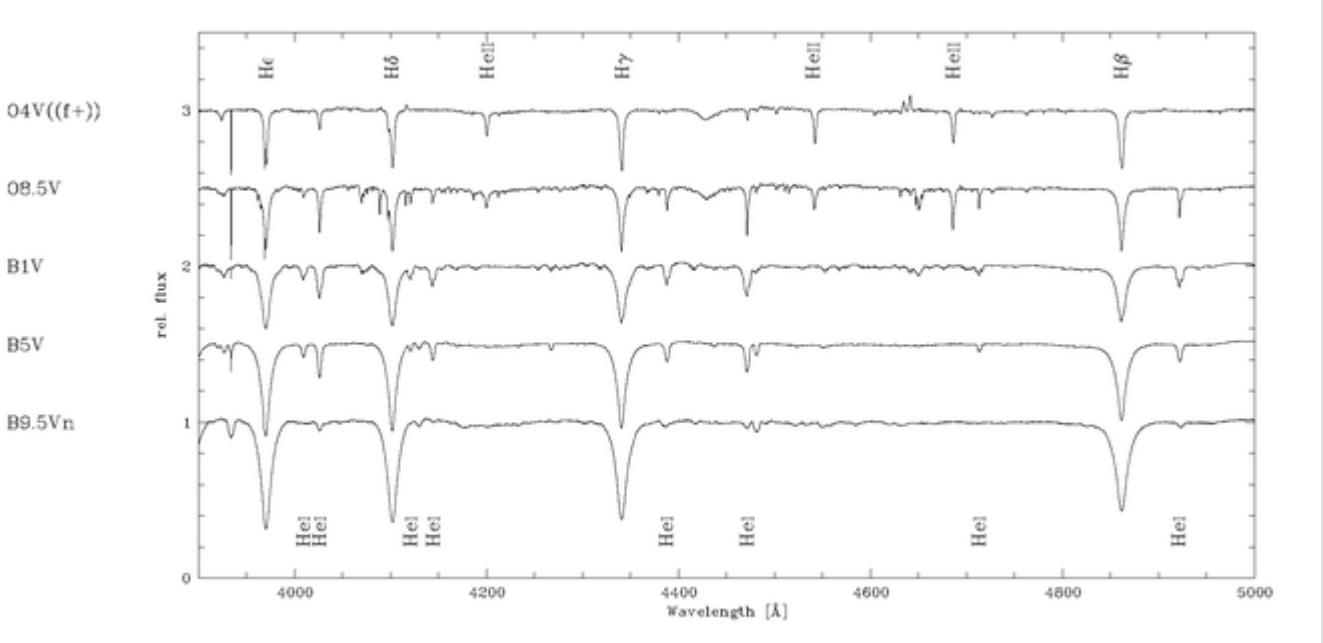
Prinzip

Der Klassifizierung eines Sterns in eine Spektralklasse des MK-Systems (nach W. Morgan und P. Keenan) liegt ein visueller Vergleich seines Spektrums mit den Spektren von Standardsternen zu Grunde. Um instrumentelle Effekte – wie zum Beispiel ein höheres spektrales Auflösungsvermögen – auf die Klassifikation auszuschließen, wird eine Standardinstrumentation angegeben. Mit Rücksicht auf die fortgeschrittene Entwicklung astronomischer Instrumente wurde die Klassifikationsauflösung inzwischen mehrfach erhöht. Auch erfuhr das ursprüngliche MK-System dahingehend Veränderungen, dass neue

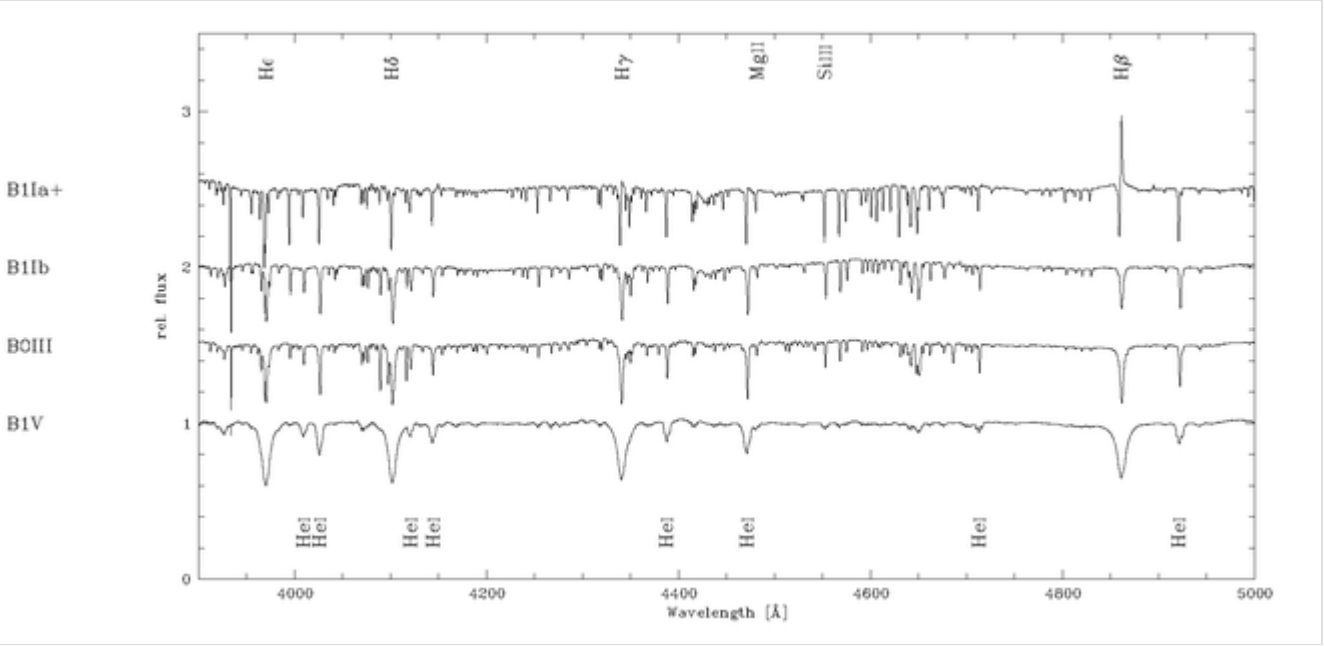
Standardsterne mit einbezogen und andere, als wenig geeignet erkannt, aus dem System entfernt wurden. Wegen der damals verwendeten photographischen Emulsionen reicht der spektrale Bereich, auf den sich die MK-Klassifikation bezieht, von etwa 390 nm bis etwa 500 nm.

Die MK-Klassifikation beinhaltet ausdrücklich keine Klassifikation nach sekundär bestimmten physikalischen Größen, sondern macht sich die Fähigkeit des menschlichen Gehirns zur Mustererkennung zunutze. In neuerer Zeit wurden auch künstliche neuronale Netze mit einigem Erfolg auf die MK-Klassifikation trainiert. Dadurch wird gewährleistet, dass die Klassifikation konsistent bleibt, auch wenn sich die Erkenntnisse zur stellaren Physik ändern.

Vergleichsbeispiele

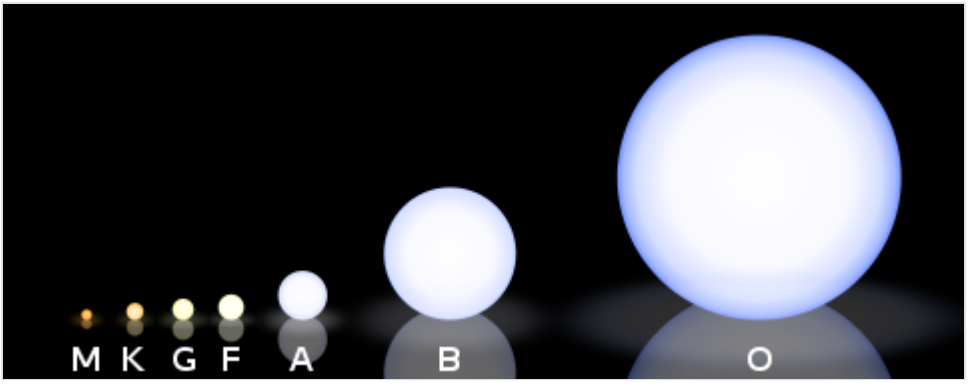


Spektren früher Hauptreihensterne mit markierten Klassifikationsmerkmalen der He II (stark in O-Sternen), He I (stark in frühen B-Sternen), und Balmerlinien (stark in späten B-/frühen A-Sternen)



Leuchtkraftsequenz früher B-Typ Sterne – die Breite der Balmerlinien nimmt stark ab, bis Hβ bei B1a+ sogar in Emission ist, während die Klassifikationsmerkmale für die Temperatur, hier das He I/Mg II-Verhältnis, sich kaum ändern

Einteilung



Vergleich der Spektralklassen O–M für Hauptreihensterne

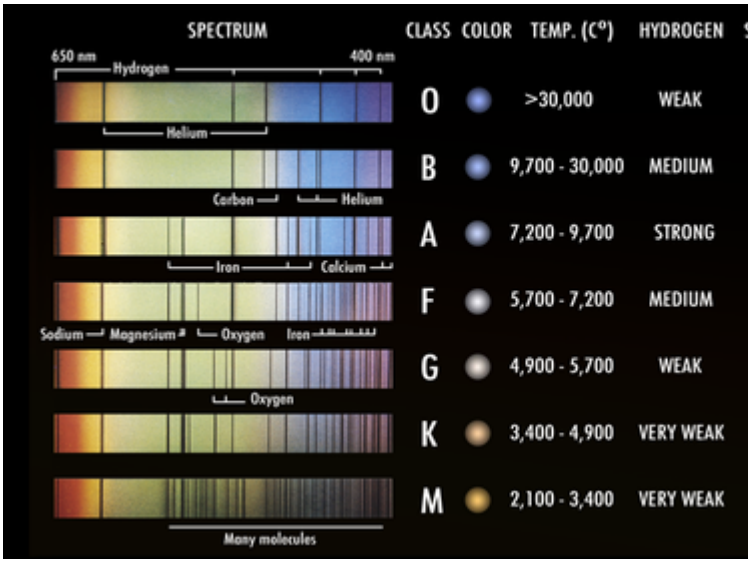
Es hat sich eingebürgert, die Spektralklassen O bis A als **frühe Spektralklassen**, die Spektralklassen F bis G als **mittlere Spektralklassen** und die übrigen Spektralklassen als **späte Spektralklassen** zu bezeichnen. Die Bezeichnungen „früh“, „mittel“ und „spät“ entstammen der inzwischen überholten Annahme, Sterne würden nach ihrer Entstehung immer kälter, heiße, bläuliche Sterne seien also z. B. besonders jung und kalte, rötliche Sterne besonders alt. Trotz dieser irrtümlichen Einteilung sind diese Bezeichnungen noch heute in Gebrauch, und ein Stern gilt als „früher“ oder „später“, wenn seine Spektralklasse im Vergleich zu der eines anderen näher an der Klasse O oder an der Klasse M liegt.

Es bestehen folgende sieben Grundklassen sowie drei Klassen für Braune Zwerge und drei Unterklassen für durch die Nukleosynthese verursachten chemischen Besonderheiten roter Riesensterne.

Für genauere Klassifikation können Spektralklassen in Unterklassen 0 bis 9 eingeteilt werden. Es gibt heute mehrere Systeme der Spektralklassifikation, die sich dieser Schreibweise des Spektraltyps bedienen und ihre Klassen diesem System angleichen. Im ursprünglichen *Harvard-System* und dessen Erweiterung, dem MK-System, das zusätzlich die *Leuchtkraftklassen* definiert, wurden nicht alle diese Subtypen auch benutzt. Auf B3-Sterne folgten beispielsweise unmittelbar B5-Sterne, die Klasse B4 wurde übersprungen. Mit

zunehmend besseren Instrumenten konnte im Laufe der Zeit feiner unterschieden werden, so dass Zwischenklassen definiert wurden, zum Beispiel gibt es zwischen B0 und B1 mittlerweile sogar drei zusätzliche Klassen, die B0.2, B0.5, und B0.7 genannt werden.

Es gab verschiedene Vorläufer der heutigen Spektralklassen, siehe dazu: Klassifizierung der Sterne#Geschichte (frühere Klassifikationen)



Linienspektren der verschiedenen Spektralklassen bei Hauptreihensternen

Klasse	Charakteristik	Farbe	Oberflächen-temperatur (K)[1][2][3]	typ. Masse für Haupt-reihe ($M_\odot$)[1][2][3]	Beispiele
Hauptreihe und Riesenast					
O	ionisiertes Helium (He II)	blau	30000–50000	>18	Mintaka (δ Ori), Naos (ζ Pup)
B	neutrales Helium (He I), Balmer-Serie Wasserstoff	blau-weiß	10000–30000	5	Rigel, Spica, Achernar
A	Wasserstoff, Calcium (Ca II)	weiß (leicht bläulich)	7500–10000	1,9	Wega, Sirius, Altair
F	Calcium (Ca II), Auftreten von Metallen	weiß-gelb	6000– 7500	1,4	Prokyon, Canopus, Polarstern
G	Calcium (Ca II), Eisen und andere Metalle	gelb	5300– 6000	1,0	Tau Ceti, Sonne, Alpha Centauri A
K	starke Metalllinien, später Titan(IV)-oxid	orange	3900– 5300	0,7	Arcturus, Aldebaran, Epsilon Eridani, Albireo A
M	Titanoxid	rot-orange	2300– 3900	0,3	Beteigeuze, Antares, Kapteyns Stern, Proxima Centauri
Braune Zwerge[Anm 1]					
L		rot	1300– 2300		VW Hyi
T		rot (Maximum in IR)	500– 1300		ε Indi Ba
Y		infrarot (IR)	200– 500		WISEP J041022.71+150248.5
Kohlenstoffklassen der roten Riesen (Kohlenstoffsterne)					
R	Cyan (CN), Kohlenmonoxid (CO), Kohlenstoff	rot-orange	3500– 5400		S Cam, RU Vir
N	Ähnlich Klasse R, mit mehr Kohlenstoff. Das Spektrum weist ab dieser Spektralklasse praktisch keine Blauanteile mehr auf.	rot-orange	2000– 3500		T Cam, U Cas
S	Zirkoniumdioxid	rot	1900– 3500		R Lep, Y CVn, U Hya

1. Anm.: Es gibt auch Braune Zwerge, die der Spektralklasse M zugeordnet werden, wie etwa der Ultrakühle Zwerg LSR J1835+3259 mit der Klasse M8.5 V.

Merksätze

Die Spektralklassen mit ihren sieben Grundtypen (O, B, A, F, G, K, M) machen rund 99 % aller Sterne aus, weshalb die anderen Klassen oft vernachlässigt werden.

Als Merksatz für diese Spektralklassen dienen die Sätze:

- Hauptreihe (O B A F G K M):

  „**O**pa **B**astelt **A**m **F**reitag **G**erne **K**leine **M**ännchen“
  „**O**ffenbar **B**enutzen **A**stronomen **F**urchtbar **G**erne **K**omische **M**erksätze“
  „**O**hne **B**ier **a**us’m **F**ass **g**ibt’s **k**oa **M**aß“

- Hauptreihe + Rote Riesen (O B A F G K M (R N S)):

  „**O**h **B**e **A** **F**ine **G**irl/**G**uy **K**iss **M**e (**R**ight **N**ow. ***S**mack!*)“

- Hauptreihe + Braune Zwerge (O B A F G K M L T):

  „**O**h **B**e **A** **F**ine **G**irl/**G**uy **K**iss **M**y **L**ips **T**onight“
  „**O**hne **B**ier **a**us **F**laschen **g**eht **k**ein **M**ensch **l**ang **t**rinken“

Es gibt eine Vielzahl weiterer Varianten entsprechender Merksätze.

Klassen außerhalb der Standard-Sequenzen

Folgende Klassen lassen sich nicht in die oben beschriebenen Sequenzen einordnen:

Klasse	Objekte	Unterklassen/Charakteristik
D	Degenerierte Materie (z. B. Weiße Zwerge)	DA, DB, DC, DO, DZ, DQ, DX etc.
Q	Novae	
Pv	Planetarische Nebel	
W	Wolf-Rayet-Sterne	WN: Stickstofflinien, WC: Kohlenstofflinien

Prä- und Suffixe

Die Unterteilung der Spektralklassen kann durch Suffixe und Präfixe weiter verfeinert werden.

Suffixe

Suffix	Bedeutung
c	besonders scharfe Linien (engl. *crisp*)
comp	zusammengesetztes (engl. *composite*) Spektrum
d	Zwergstern (Hauptreihe; engl. *dwarf*)
e, em	Emissionslinien
g	normaler Riese (engl. *giant*)
k	interstellare Absorptionslinien
m	starke Metalllinien
n, nn	diffuse Linien (engl. *nebulous*)
p, pec	Besonderheiten bei Linienintensität (engl. *peculiar*, „besonders“)
s	scharfe Linien
sd	Unterzwerg (engl. *sub dwarf*)
v, var	variables Spektrum
w	Weißer Zwerg

Teilweise werden diese Zusätze durch Angabe der Leuchtkraftklasse überflüssig, die 1943 von William Wilson Morgan und Philip Keenan eingeführt wurde (MK-System).

Präfixe

Präfix	Bedeutung	
	englisch (international)	deutsch
d	dwarf	Zwerg
sd	sub-dwarf	Unterzwerg
g	giant	Riese

Literatur

- James B. Kaler: *Stars and Their Spectra. An Introduction to the Spectral Sequence.* Cambridge University Press 1997, ISBN 0-521-58570-8.

- James B. Kaler: *Sterne und ihre Spektren. Astronomische Signale aus Licht.* Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg u. a. 1994, ISBN 3-86025-089-2.

Weblinks

- Sternspektren verschiedener Sterne (http://www.epsilon-lyrae.de/Spektroskopie/Sternspektren/SternspektrenGalerie.html)

Einzelnachweise

1. Eric Mamajek: *A Modern Mean Dwarf Stellar Color and Effective Temperature Sequence.* (https://www.pas.rochester.edu/~emamajek/EEM_dwarf_UBVIJHK_colors_Teff.txt) 16. April 2022, abgerufen am 1. Mai 2022.
2. Mark J. Pecaut, Eric E. Mamajek: *Intrinsic Colors, Temperatures, and Bolometric Corrections of Pre-main-sequence Stars*. In: *The Astrophysical Journal Supplement Series*. 208. Jahrgang, 1. September 2013, ISSN 0067-0049 (https://zdb-katalog.de/list.xhtml?t=iss%3D%220067-0049%22&key=cql), S. 9, doi:10.1088/0067-0049/208/1/9 (https://doi.org/10.1088/0067-0049%2F208%2F1%2F9), arxiv:1307.2657 (https://arxiv.org/abs/1307.2657) (harvard.edu (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013ApJS..208....9P/abstract)).
3. G. M. H. J. Habets, J. R. W. Heinze: *Empirical bolometric corrections for the main-sequence*. In: *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*. 46. Jahrgang, November 1981, S. 193–237 (Tables VII and VIII), bibcode:1981A&AS...46..193H (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1981A&AS...46..193H). – Luminosities are derived from M_{bol} figures, using $M_{bol}(\odot)=4.75$.

Abgerufen von „https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Spektralklasse&oldid=240412691“

Diese Seite wurde zuletzt am 21. Dezember 2023 um 18:16 Uhr bearbeitet.

Der Text ist unter der Lizenz „Creative-Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden.
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.